

# Постпроцессинговая обработка данных мультиспиральной компьютерной томографии в уточненной диагностике патологических изменений при диффузных заболеваниях легких

П.М.Котляров

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 86

## Информация об авторе

**Котляров Петр Михайлович** — д. м. н., профессор, заведующий научно-исследовательским отделом новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (495) 334-81-86; e-mail: mailbox@mcrr.rssi.ru

## Резюме

Рентгенодиагностика и дифференциальная диагностика диффузных заболеваний легких (ДЗЛ) является одной из сложных проблем, ведущим методом решения которых является мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ). **Целью** работы явилось уточнение возможностей методик постпроцессинговой обработки данных нативной МСКТ в диагностике и уточнения распространенности ДЗЛ. **Материалы и методы.** Проанализированы данные МСКТ пациентов с ДЗЛ ( $n = 261$ ). Исследования проводилась на 16-, 320-срезовых компьютерных томографах. **Результаты.** По результатам анализа данных у 151 (57,85 %) пациента с различными формами ДЗЛ установлена широкая распространенность процесса. У 8–15 % больных разнообразные симптомы ДЗЛ выявлены впервые только после постпроцессинговой обработки нативных данных МСКТ. При постпроцессинговой обработке изображений в MIP-, MinIP-режимах у всех пациентов улучшалась визуализация макроструктурных изменений легочной ткани за счет высокого пространственного разрешения, позволившая различить сосудистые, очажковые структуры, уплотнение легочного интерстиция, провести дифференциацию «матового стекла» от «мозаичной перфузии». **Заключение.** Постпроцессинговая обработка данных нативной МСКТ позволяет впервые выявить тот или иной симптом ДЗЛ у 8–15 % пациентов, уточнить распространенность процесса — у 58 %, сделать картину изменений более четкой — у 100 %.

**Ключевые слова:** мультиспиральная компьютерная томография, диффузные заболевания легких, постпроцессинговая обработка данных.

Для цитирования: Котляров П.М. Постпроцессинговая обработка данных мультиспиральной компьютерной томографии в уточненной диагностике патологических изменений при диффузных заболеваниях легких *Пульмонология*. 2017; 27 (4): 472–477. DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-4-472-477

## Multispiral computed tomography post-processing for refining diagnosis of diffuse lung diseases

Petr M. Kotlyarov

Russian Scientific Center of Roentgenradiology (RSCRR), Healthcare Ministry of Russia: ul. Profsoyuznaya 86, Moscow, Russia; Affiliation ID: 60105123

## Author information

**Petr M. Kotlyarov**, Doctor of Medicine, Professor, the Head of Scientific Research Department of New Technologies and semiotics of radiation diagnosis of organs and systems diseases Russian Scientific Center of Roentgenradiology (RSCRR), Healthcare Ministry of Russia; Affiliation ID: 60105123; tel.: (495) 334-81-86; e-mail: mailbox@mcrr.rssi.ru

## Abstract

**The aim** of this study was to investigate ability of multispiral computed tomography (MSCT) post-processing techniques in diagnosis and differentiation of diffuse lung diseases (DLD). **Methods.** MSCT data of 261 patients with DLD were analyzed using 16- to 320-slice computer tomographs. **Results.** The lung tissue lesions were significantly extended in 151 patients (57.85%). DLD signs and symptoms were newly found in in 8 to 15% of the patients after MSCT post-processing only. MIP and MinIP post-processing algorithms improved the lung macrostructure visualization due to higher spatial resolution, allowed to distinguish vascular and nodular structures and to differentiate ground glass opacity and mosaic perfusion patterns in all the patients. **Conclusion.** Native MSCT post-processing is useful for initial diagnosis of DLD in 8 to 15% of patients, for determination the prevalence of pathological changes in 58%, and for better detection of the lesions in 100% of patients.

**Key words:** multispiral computed tomography, post-processing, diffuse lung diseases.

For citation: Kotlyarov P.M. Multispiral computed tomography post-processing for refining diagnosis of diffuse lung diseases. *Russian Pulmonology*. 2017; 27 (4): 472–477 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-4-472-477

Диффузные заболевания легких (ДЗЛ) — группа заболеваний, объединяемых на основании характерного рентгенологического синдрома легочной диссеминации, проявляющегося распространенными

изменениями в обоих легких. При большинстве ДЗЛ местом приложения патологических процессов являются легочный интерстиций, терминальные отделы респираторного тракта, сосудистого русла или их

различная комбинация [1–7]. При ранней диагностике ДЗЛ ведущим методом обследования являлась компьютерная томография (КТ) высокого разрешения (КТВР) срезами 1–2 мм [8–10]. КТВР позволяет получить изображение тонких срезов легочной ткани (1 мм) с интервалом 10 мм, при этом значительный объем легочной ткани остается вне зоны исследования; следовательно, существует высокая вероятность неполного анализа патологических изменений легких [11]. С внедрением в клиническую практику мультиспиральной КТ (МСКТ) с возможностью получения изотропных данных, непрерывной визуализацией легочной ткани и выполнения срезов  $\geq 1$  мм [12, 13] КТВР при диагностике ДЗЛ утратила свое значение.

Кроме того, МСКТ позволяет осуществлять мультипланарные реконструкции изображения, качество которых не уступает нативным аксиальным срезам, а при постпроцессинговой обработке в режимах минимальной (MinIP) и максимальной (MIP) интенсивности, как показано в ряде работ, существенно увеличивается информативность нативных данных КТ [14–17]. Однако указанные исследования посвящены в основном методологическим аспектам применения MIP-режима и мультипланарных реконструкций при ДЗЛ, без количественного анализа влияния постпроцессинговой обработки нативных данных на выявляемость того или иного симптома при ДЗЛ.

Целью настоящей работы явилось уточнение возможностей методик постпроцессинговой обработки данных нативной МСКТ при диагностике и установлении распространенности ДЗЛ.

## Материалы и методы

Проанализированы данные МСКТ пациентов с ДЗЛ ( $n = 261$ ). Эмфизема выявлена у 64 (24,52 %), туберкулез – у 30 (11,49 %), различные виды бронхолиита – у 34 (13,02 %), метастатическое поражение – у 21 (8,04 %), идиопатическая интерстициальная пневмония (ИИП) – у 17 (6,51 %), лекарственный альвеолит – у 15 (5,74 %), ревматоидный васкулит – у 16 (6,13 %), саркоидоз – у 16 (6,13 %), лимфангиолейомиоматоз – у 13 (4,98 %), гистиоцитоз Х – у 14 (5,36 %), периферический рак легкого – у 3 (1,14 %), бронхолюоальвеолярный рак (БАР) по типу «матового стекла» – у 18 (6,89 %). Диагноз верифицирован у всех больных по данным фибробронхоскопии и результатам оперативного вмешательства. МСКТ проводилась на 16- и 320-срезовых компьютерных томографах. Проекция MIP и MinIP интенсивности – методы объемного представления структур легкого с высокой (MIP) или низкой (MinIP) плотностью соответственно. Программа позволяет производить сложение 5–10 нативных срезов толщиной 1 мм (слэбы) с последующим объемным выделением структур легкого высокой или минимальной плотности. Благодаря этому исследуется объем тканей с большей, чем на нативных сканах, разрешающей способностью. При постпроцессинговой обработке

в MIP-режиме из нативных сканов легкого выделялись структуры высокой плотности – очаговые (очаговые) структуры, измененные бронхи и бронхиолы, уплотненный интерстиций, инфильтраты, лимфатические узлы. В MinIP-режиме выделялись воздухосодержащие структуры, имеющие минимальную плотность – просвет трахеобронхиальной системы, альвеолярная ткань.

Проводился сравнительный анализ данных нативной МСКТ и аналогичных аксиальных срезов, фронтальных, сагиттальных реконструкций в MinIP- и MIP-режимах. Оценка изображений проводилась минимум 2 врачами-рентгенологами со стажем работы  $\geq 5$  лет. Сравнивалась выявляемость симптомов «матового стекла», уплотнения легочного интерстиция, «мозаичной перфузии», состояние легочной интерстиции, мелкоочаговых изменений, наличие кистозно-буллезных изменений, различных комбинаций перечисленных симптомов.

**Симптом «матового стекла», «мозаичной перфузии».** Одним из распространенных признаков ДЗЛ является наличие симптома «матового стекла», отображающего различные патологические изменения на уровне альвеол. В большинстве случаев данный симптом указывает на активную, острую стадию развития ДЗЛ и соответствует альвеолиту (реже – раку легкого, в частности БАР). В отличие от инфильтрации и фиброза легочной ткани, на фоне «матового стекла» отчетливо прослеживаются прилежащие бронховаскулярные структуры легкого, зоны поражения четко отграничены от неизмененной ткани. Изменения по распространенности могут быть диффузными, очаговыми и смешанного характера [1, 3, 4].

## Результаты и обсуждение

Симптом «матового стекла» в данном исследовании выявлен у 151 пациента, при анализе данных нативной МСКТ – у 122 (80,79 %). После просмотра тех же КТ-изображений в MinIP-режиме у 53 (47,32 %) из 112 больных определялись дополнительные участки «матового стекла», которые не выявлялись при нативном исследовании, т. е. MinIP-режим указывал на большую распространенность процесса. У 19 (12,58 %) из 151 пациента симптом выявлен только при просмотре в MinIP-режиме (рис. 1).

«Матовое стекло» отражает не только проявление альвеолита или БАР, аналогичный симптом возникает за счет регионарной гиперволемии – увеличения объема протекающей крови через капилляры сохранных участков легочной ткани при кистозных изменениях в легком – лимфангиолейомиоматозе, гистиоцитозе Х, эмфиземе, ИИП и обозначается как «мозаичная перфузия». «Мозаичная перфузия» может сочетаться у одного и того же больного с симптомом «матового стекла». Пусковым механизмом «мозаичной перфузии» является обструкция (спазм) дольковой артерии области деструктивных, гиповентиляционных изменений легкого с развитием гиперволемии. Развивается гиперволемия сосудистого русла в сохранных отделах легкого. Ведущим диффе-

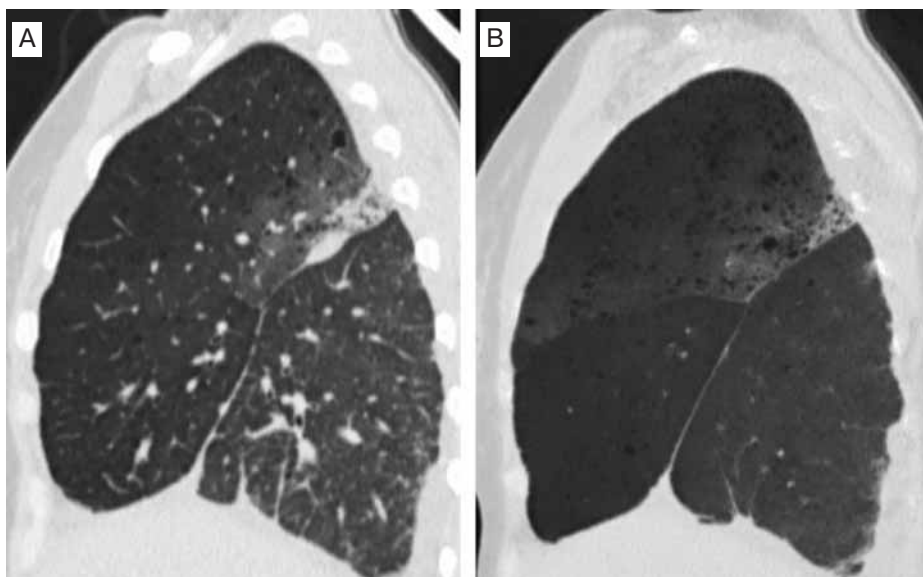


Рис. 1. Саркоидоз легкого, мультиспиральная компьютерная томография, реконструкция в сагиттальной плоскости: А – нативные данные – преимущественно во 2-м сегменте верхней доли определяются «матовое стекло», инфильтрат и мелкие кисты, очажки по междолевой плевре; В – тот же больной (обработка в MinIP-режиме) – поражена вся верхняя доля легкого

Примечание: MinIP – режим минимальной интенсивности.

Figure 1. Pulmonary sarcoidosis. MSCT sagittal reconstruction: A) in native scans, ground glass opacity, infiltrate and small cysts are seen predominantly in the S1 upper lobe segment; nodules are alone the interlobar pleura; B) MinIP scans of the same patients revealed the total injury of the upper lobe

ренциальным признаком «матового стекла» от «мозаичной перфузии» является дилатация артериол и венул в зоне гиперволемии, что далеко не всегда отчетливо проявляется при анализе нативных данных МСКТ и требует уточнения [3, 4, 8].

При анализе нативных данных МСКТ симптом «мозаичной перфузии» предполагался у 65 пациентов (с эмфиземой, ИИП, лимфангиолейомиоматозом, гистиоцитозом Х). Однако после обработки изображений и MIP-режиме дилатация артериол и венул области гиперволемии подтвердилась у 47 (72,3 %) из 65 пациентов, причем у 21 из 47 больных «мозаичная перфузия» сочеталась с зонами «матового стекла». Диаметр сосудов области гиперволемии превышал таковой зоны гиповолемии в 1,5–2 раза (рис. 2). У 18 (27,69 %) из 65 пациентов отмечен только симптом «матового стекла» – макроструктурных доказательств наличия зон гиперволемии легочной ткани не выявлено. Таким образом, постпроцессинговая обработка в MIP-режиме дает возможность достоверно установить участки гиперволемии в легком и дифференцировать их от симптома «матового стекла».

**Симптом уплотнения интерстициальной ткани.** Уплотнение внутридолькового, центрилобулярного, перибронховаскулярного, субплеврального интерстиция

приводит к появлению тонкого сетчатого, петлистого рисунка паренхимы легкого. Это ранний признак фиброза интерстициальной ткани легкого при многих ДЗЛ, реже – при лимфогенном распространении саркоидоза.

Симптом уплотнения интерстициальной ткани выявлен у 99 больных. При анализе нативных данных в случае различных ДЗЛ выявлено уплотнение легочного интерстиция у 88 (88,88 %) пациентов. При увеличении распространенности уплотнения интерстициальной ткани после обработки данных в MIP-режиме дополнительно выявлено уплотнение субплеврального и междолькового интерстиция у 16 (18,18 %) из 88 больных. У 8 (8,08 %) из 99 пациентов изменения интерстициальной ткани при анализе нативных сканов не определялись, но были установлены после проведения постпроцессинговой обработки в MIP-режиме (рис. 3).

**Мелкоочажковые, очаговые образования** являются одним из важнейших симптомов при ДЗЛ, метастатическом поражении, начальных формах периферического рака. Очажки подразделяются по размерам (микроузелки (3–7 мм), маленькие ( $\leq 10$  мм), большие ( $> 10$  мм)) и местоположению (центрилобулярное, интерстициальное, перилимфатическое, суб-

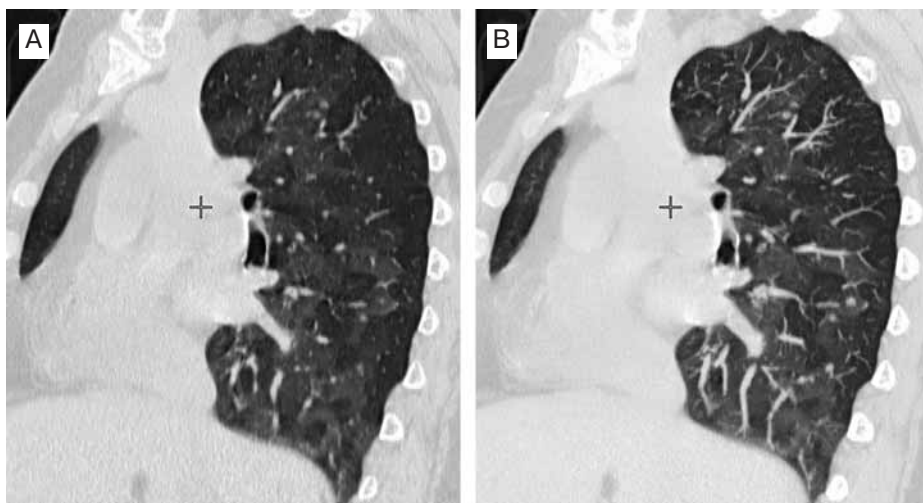


Рис. 2. Эмфизема легких (мультиспиральная компьютерная томография), реконструкция в сагиттальной плоскости: А – нативный скан (определяются участки «матового стекла») – альвеолит (?); В – тот же больной (обработка в MIP-режиме): макроструктура сосудов указывает на гиперволемию – симптом «мозаичной перфузии»

Примечание: MIP – режим максимальной интенсивности.

Figure 2. Lung emphysema: MSCT sagittal reconstruction: A) in native scans, ground glass opacities are seen; diagnosis of alveolitis should be considered; B) MIP images of the same patients show mosaic perfusion



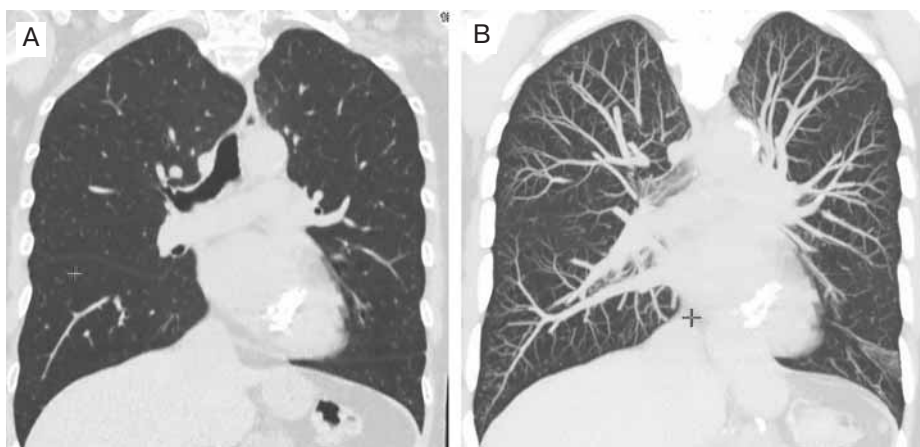


Рис. 3. Бронхиолит (мультиспиральная компьютерно-томографическая реконструкция во фронтальной плоскости): А – признаки бронхиолита отсутствуют (нативный скан); В – тот же больной (обработка в МIP-режиме): в нижних долях легких – компьютерно-томографические признаки бронхиолита, фиброзные изменения в нижней доле левого легкого  
Примечание: МIP – режим максимальной интенсивности.  
Figure 3. Bronchiolitis. MSCT frontal reconstruction: A) signs of bronchiolitis are absent in native scans; B) MIP images of the same patients revealed signs of bronchiolitis in the lower lobes of both the lungs and fibrous changes in the left lower lobe

плевральное, хаотичное). Хаотичный характер распределения очажков наблюдается при гистиоцитозе, силикозе, милиарном туберкулезе, метастазах. Центрилобулярные очажки, узелки, соответствующие центру дольки, как правило, представляют фокус перибронхиолярного воспаления. Сочетание центрилобулярных очажков с уплотненными, тонколинейными (1,0–2,5 мм) структурами указывает на их принадлежность к терминальным отделам респираторного тракта (симптом «дерева в почках»). Субплеврально расположенные узелки («псевдобляшки» – по аналогии с очаговым уплотнением париетальной плевры при асбестозе), характерные при саркоидозе и силикозе, визуализируются в виде цепочки очажков по ходу основной или междолевой плевры. Очажки, хаотично расположенные в легочной дольке, могут отображать поражение дыхательных путей, внутридолькового интерстиция, разветвлений центрилобулярных артерий.

Мелкоочажковые изменения легочной паренхимы при ДЗЛ по данным МСКТ выявлены у 123 пациентов (ИИП, бронхиолиты, метастазы, рак легкого, саркоидоз и т. п.). По данным нативной МСКТ,

симптом выявлен у 96 (78,04 %) больных. При сравнительном анализе нативных данных МСКТ и постпроцессинговых изображений в МIP-режиме у 28 (29,16 %) из 96 пациентов выявлены дополнительные мелкоочажковые поражения в легком, а у 18 (14,63 %) – очажки, которые не отображались на нативных сканах. Первичное выявление очажков в МIP-режиме имело место в случаях начальных проявлений бронхиолита курильщиков, перилимфатических саркоидных узелков, исхода ограниченно по распространенности гематогенного туберкулеза (см. рис. 3). У всех пациентов с выявленными при нативном исследовании очажками ( $n = 96$ ) при постпроцессинговой обработке в МIP-режиме изображение очажковых изменений визуализировалось более отчетливо. У 3 (2,43 %) больных при постпроцессинговой обработке выявлены ранние стадии развития периферического рака легкого, предположить который по данным нативного исследования было затруднительно – диагноз подтвердился в процессе динамического КТ-мониторинга (рис. 4).

**Кистозно-буллезные изменения.** Кисты легочной ткани – один из важных признаков развития ДЗЛ –

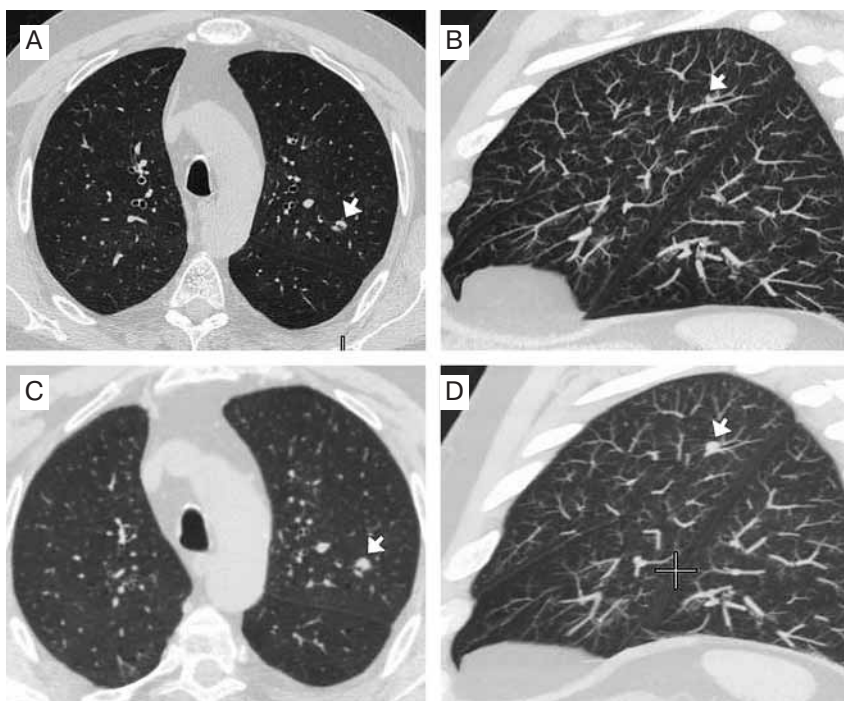


Рис. 4. Очажок периферического рака левого легкого (обозначен стрелкой), мультиспиральная компьютерная томография: А – аксиальный нативный срез, сосуд (?), утолщение стенки бронха (?) 1-го сегмента; В – тот же больной, сагиттальная реконструкция (обработка в МIP-режиме) – локальное утолщение стенки бронха; С – тот же пациент через 3 мес. (аксиальный нативный срез) – отрицательная динамика (значительное увеличение опухоли бронха); D – сагиттальная реконструкция (обработка в МIP-режиме) – отчетливая визуализация опухоли, исходящей из субсегментарного бронха 2-го сегмента левого легкого  
Примечание: МIP – режим максимальной интенсивности.

Figure 4. A focus of peripheral carcinoma of the left lung (arrow). MSCT: A) a vessel or wall thickening of the S1 segmental bronchus could be suspected in an axial native scan; B) sagittal MIP reconstruction of the same patient's scans shows a local thickening of the bronchial wall; C) MSCT scans of the same patient 3 months later: significant enlargement of the bronchial tumor is seen in native scans; D) sagittal MIP reconstruction of the same patient's scans clearly shows a tumor growing from a subsegmental bronchus of S2 segment of the left lung

являются производными дилатации, альвеолярных структур, отграниченных по периферии утолщенной стенкой. Образование кист при ДЗЛ связано с легочным фиброзом, деструкцией легочной ткани, разрушением гроздьвидной структуры альвеол. Кисты выявляются при эмфиземе, легких курильщика, ИИП, саркоидозе, гистиоцитозе X, ряде других ДЗЛ. Постоянная или «скрытая» центрилобулярная эмфизема характерна для бронхиолитов, саркоидоза, ряда других ДЗЛ за счет патологической задержки воздуха в пределах дольки, группы долек. Изменения развиваются в результате сужения просвета бронхиол, развития клапанного механизма, нарушения воздухопотока.

Кистозные изменения в легких при ДЗЛ выявлены у 173 пациентов и в наблюдениях являлись наиболее частым симптомом при ДЗЛ. При нативной МСКТ они выявлены у 142 (82,08 %) больных. Ведущим методом постпроцессинговой обработки при выявлении патологии воздуходержащих структур являлся MinIP-режим. При обработке в MinIP-режиме дополнительные зоны кистозно-буллезных изменений выявлены у 29 (16,76 %) из 142 пациентов, только в MinIP-режиме буллезные изменения выявлены у 21 (12,13 %) из 173 больных. В основном это касалось начальных проявлений болезни – кист размером 5–12 мм, которые не отображались на нативных сканах (рис. 5).

## Заключение

При внедрении в клиническую практику МСКТ значительно расширились возможности уточняющей диагностики ДЗЛ, вытеснив пошаговую КТ и КТВР благодаря возможности получать срезы  $\geq 1$  мм, уменьшения артефактов, свойственных данному методу. В связи с этим актуально изучение влияния постпроцессинговой обработки нативных данных МСКТ в режимах выделения структур высокой и низкой плотности легких с точки зрения повышения чувствительности метода при выявлении симптомов ДЗЛ. У 151 (57,85 %) пациента с различными формами ДЗЛ по результатам постпроцессинговой обработки выявлена большая распространенность процесса. В 8,08–14,63 % случаев (69 пациентов учитывались  $> 1$  раза из-за наличия  $\geq 2$  симптомов) симптомы ДЗЛ впервые выявлены только после постпроцессинговой обработки нативных данных. У всех пациентов при постпроцессинговой обработке изображений в MIP-режиме улучшалась визуализация

макроструктурных нарушений легочной ткани за счет высокого пространственного разрешения, позволив четко различать сосудистые, очажковые структуры и уплотнения легочного интерстиция, провести дифференциацию «матового стекла» от «мозаичной перфузии». У 3 пациентов благодаря анализу изображений в MIP-режиме удалось выявить начальные признаки развития периферического рака. При MinIP-режиме появилась возможность выявления на ранней стадии развития таких симптомов ДЗЛ, как «матовое стекло», буллезно-кистозных изменений. Полученные данные совпадают с результатами работ, посвященных использованию постпроцессинговой обработки при раке легкого, методических работ о возможностях MinIP- и MIP-режимов при ДЗЛ [8, 12, 14, 16].

Следует подчеркнуть, что выбор толщины анализируемых в постпроцессинге слэбов зависит от конкретной диагностической ситуации. В этом отношении полученные данные расходятся с рекомендациями *J.Remy et al.* [12] ориентироваться на слэб толщиной 5 мм – оптимальная толщина слэба выбирается врачом-исследователем индивидуально, соответственно максимальным визуальным признакам проявления того или иного симптома ДЗЛ и может составлять от 3 до 20 мм. Также нельзя согласиться с мнением ряда авторов, рекомендующих не проводить постпроцессинговую обработку при отсутствии на нативных КТ-сканах данных за патологические изменения в легочной ткани [14, 15]: наличие клинических признаков ДЗЛ делает обязательным постпроцессинговую обработку нативных сканов. В данной работе на большой группе пациентов впервые проанализировано влияние постпроцессинговой обработки на выявляемость симптомов ДЗЛ. Показано, что данные методы анализа должны стать рутинными в повседневной практике работы врачей-рентгенологов.

### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов по данной работе. Работа выполнялась в рамках научной тематики отдела новых технологий и семиотики лучевой диагностики заболеваний органов и систем Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр рентгенодиагностики» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

### Conflict of interest

The author declares no conflict of interest in relation to this study. The study was conducted within an area of scientific interests of Research Department of Novel Technologies and Radiological Diagnosis of Diseases, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology (RSCRR), Healthcare Ministry of Russia.

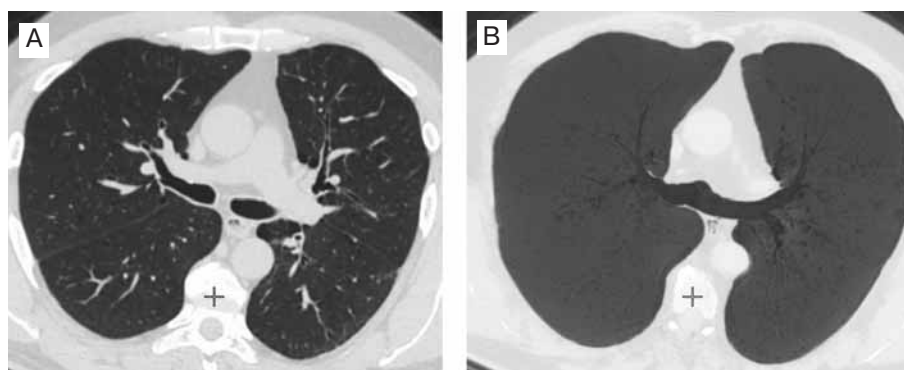


Рис. 5. Начальные признаки эмфиземы легких курильщика (мультиспиральная компьютерная томография): А – нативный аксиальный срез – убедительных данных за патологические изменения не получено; В – тот же больной (обработка в MinIP-режиме) – признаки развивающейся эмфиземы  
Примечание: MinIP – режим минимальной интенсивности.  
Figure 5. Initial emphysema signs in a smoker. A) no reliable abnormality signs are seen in native scans; B) MinIP images of the same patients revealed signs of initial emphysema

## Литература

- Cottin V., Cordier J.F. Idiopathic diffuse interstitial lung disease. *Rev. Prat.* 2000; 50 (17): 1901–1905.
- Котляров П.М., Юдин А.Л., Георгиади С.Г. Дифференциальная рентгенодиагностика диффузных заболеваний легких. *Медицинская визуализация.* 2003; (4): 20–29.
- Котляров П.М. Общая семиотика диффузных заболеваний легких по данным компьютерной томографии высокого разрешения. *Радиология – практика.* 2003; (3): 38–44.
- Котляров П.М., Георгиади С.Г. Компьютерно-томографические признаки диффузных заболеваний легких. *Пульмонология.* 2004; (3): 103–107.
- Harari S., Caminati A. Update on diffuse parenchymal lung disease. *Eur. Respir. Rev.* 2010; 19 (116): 97–108. DOI: 10.1183/09059180.00002510.
- Hansell D.M. Classification of diffuse lung diseases: why and how. *Radiology.* 2013; 268 (3): 628–640. DOI: 10.1148/radiol.13120908.
- Raghunath S., Rajagopalan S., Karwoski R.A. et al. Quantitative stratification of diffuse parenchymal lung diseases. *PLoS One.* 2014; 9 (3): e93229. DOI: 10.1371/journal.pone.0093229.
- Юдин А.Л., Афанасьева Н.И., Абович Ю.А. и др. Лучевая диагностика диффузных инфильтративных заболеваний легких. *Радиология – практика.* 2000: 10–17. Доступно: [file:///C:/Users/Work/Downloads/RP\\_2000\\_2\\_10%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Work/Downloads/RP_2000_2_10%20(2).pdf)
- Hansell D.M. High-resolution CT of diffuse lung disease: value and limitations. *Radiol. Clin. North. Am.* 2001; 39 (6): 1091–1113.
- Чучалин А.Г., Котляров П.М., Георгиади С.Г. Рентгенография и компьютерная томография в диагностике различных видов идиопатических интерстициальных пневмоний. *Пульмонология.* 2003; (1): 90–95.
- Webb W.R., Muller N.L., Naidich D.P. High Resolution CT of the Lung. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015.
- Remy J., Remy-Jardin M., Artaud D. et al. Multiplanar and three-dimensional reconstruction techniques in CT: impact on chest diseases. *Eur. Radiol.* 1998; 8 (3): 335–351. DOI: 10.1007/s003300050391.
- Котляров П.М. Многосрезовая компьютерная томография легких – новый этап развития лучевой диагностики заболеваний легких. *Медицинская визуализация.* 2011; (4): 14–20.
- Remy-Jardin M., Remy J., Artaud D. et al. Diffuse infiltrative lung disease: clinical value of sliding-thin-slab maximum intensity projection CT scans in the detection of mild micronodular patterns. *Radiology.* 1996; 200 (2): 333–339. DOI: 10.1148/radiology.200.2.8685322.
- Beigelman-Aubry C., Hil C., Guibal A. et al. Multi-detector row CT and postprocessing techniques in the assessment of diffuse lung disease. *Radiographics.* 2005, 25 (6): 1639–1652. DOI: 10.1148/rg.256055037.
- Valencia R., Denecke T., Lehmkuhl L. et al. Value of axial and coronal maximum intensity projection (MIP) images in the detection of pulmonary nodules by multislice spiral CT: comparison with axial 1-mm and 5-mm slices. *Eur. Radiol.* 2006; 16 (2): 325–332. DOI: 10.1007/s00330-005-2871-1.
- Солодкий В.А., Котляров П.М., Шербахина Е.В. и др. Роль мультипланарных реконструкций при постпроцессинговой обработке изображений в диагностике очаговых образований легких. *Медицинская визуализация.* 2010; (2): 81–86.

Поступила 16.05.17

## References

- Cottin V., Cordier J.F. Idiopathic diffuse interstitial lung disease. *Rev. Prat.* 2000; 50 (17): 1901–1905.
- Kotlyarov P.M., Yudin A.L., Georgiadi S.G. Differential image diagnosis of diffuse lung diseases. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2003; (4): 20–29 (in Russian).
- Kotlyarov P.M. General semiotics of diffuse lung diseases according to high resolution computed tomography findings. *Radiologiya – praktika.* 2003; (3): 38–44 (in Russian).
- Kotlyarov P.M., Georgiadi S.G. Computed tomographic signs of diffuse lung diseases. *Pul'monologiya.* 2004; (3): 103–107 (in Russian).
- Harari S., Caminati A. Update on diffuse parenchymal lung disease. *Eur. Respir. Rev.* 2010; 19 (116): 97–108. DOI: 10.1183/09059180.00002510.
- Hansell D.M. Classification of diffuse lung diseases: why and how. *Radiology.* 2013; 268 (3): 628–640. DOI: 10.1148/radiol.13120908.
- Raghunath S., Rajagopalan S., Karwoski R.A. et al. Quantitative stratification of diffuse parenchymal lung diseases. *PLoS One.* 2014; 9 (3): e93229. DOI: 10.1371/journal.pone.0093229.
- Yudin A.L., Afanas'eva N.I., Abovich Yu.A. et al. Image diagnosis of diffuse parenchymatous lung diseases. *Radiologiya – praktika.* 2000: 10–17. Available at: [file:///C:/Users/Work/Downloads/RP\\_2000\\_2\\_10%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Work/Downloads/RP_2000_2_10%20(2).pdf) (in Russian).
- Hansell D.M. High-resolution CT of diffuse lung disease: value and limitations. *Radiol. Clin. North. Am.* 2001; 39 (6): 1091–1113.
- Chuchalin A.G., Kotlyarov P.M., Georgiadi S.G. Radiology and computed tomography in diagnosis of idiopathic interstitial pneumonias. *Pul'monologiya.* 2003; (1): 90–95 (in Russian).
- Webb W.R., Muller N.L., Naidich D.P. High Resolution CT of the Lung. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015.
- Remy J., Remy-Jardin M., Artaud D. et al. Multiplanar and three-dimensional reconstruction techniques in CT: impact on chest diseases. *Eur. Radiol.* 1998; 8 (3): 335–351. DOI: 10.1007/s003300050391.
- Kotlyarov P.M. Multi-sliced computed tomography of the lungs is a new era of radiological diagnosis of pulmonary diseases. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2011; (4): 14–20 (in Russian).
- Remy-Jardin M., Remy J., Artaud D. et al. Diffuse infiltrative lung disease: clinical value of sliding-thin-slab maximum intensity projection CT scans in the detection of mild micronodular patterns. *Radiology.* 1996; 200 (2): 333–339. DOI: 10.1148/radiology.200.2.8685322.
- Beigelman-Aubry C., Hil C., Guibal A. et al. Multi-detector row CT and postprocessing techniques in the assessment of diffuse lung disease. *Radiographics.* 2005, 25 (6): 1639–1652. DOI: 10.1148/rg.256055037.
- Valencia R., Denecke T., Lehmkuhl L. et al. Value of axial and coronal maximum intensity projection (MIP) images in the detection of pulmonary nodules by multislice spiral CT: comparison with axial 1-mm and 5-mm slices. *Eur. Radiol.* 2006; 16 (2): 325–332. DOI: 10.1007/s00330-005-2871-1.
- Solodkiy V.A., Kotlyarov P.M., Shcherbakhina E.V. et al. A role of multiplanar reconstructions during image post-processing for diagnosis of nodular lung lesions. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2010; (2): 81–86 (in Russian).

Received May 16, 2017